

Historie

Petr Jedlička, Cyril Klimeš, Tomáš Pitner

Předmluva

HTML · Slides · PDF | Přehled předmětu

◎ Cíle

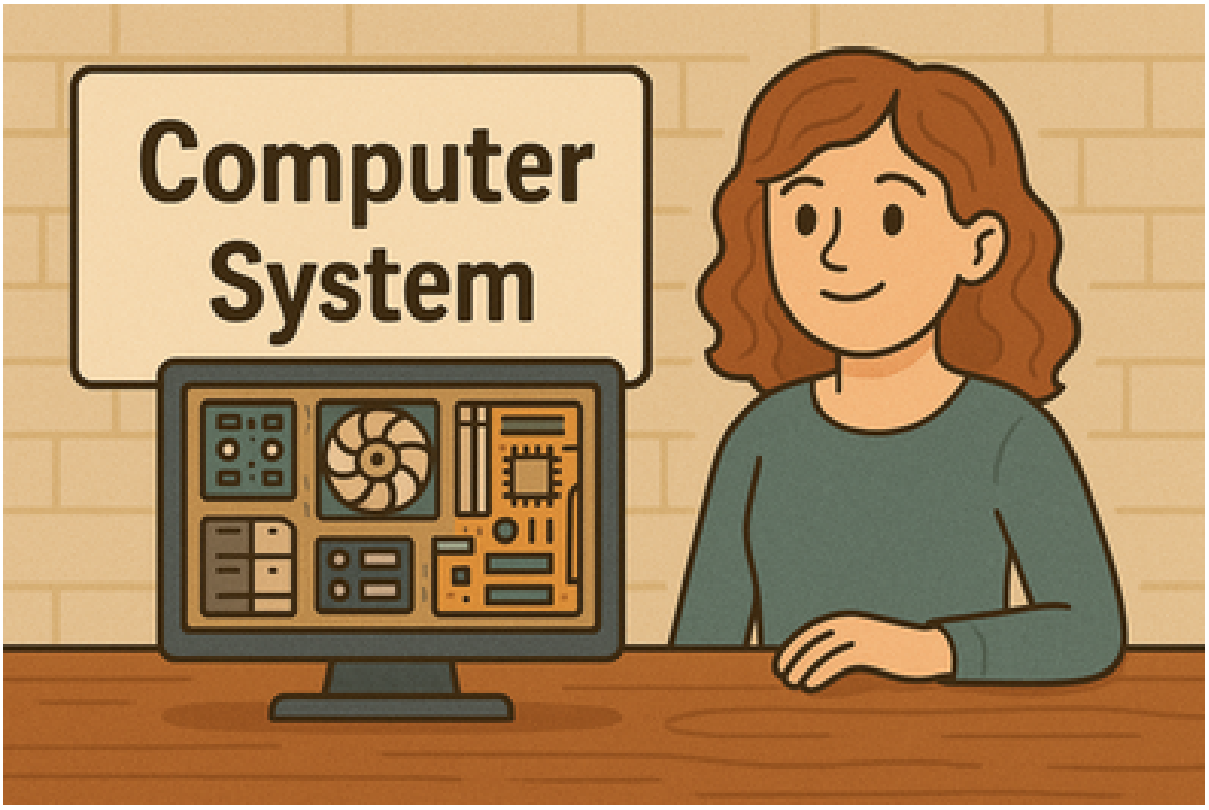
- Seznámíme se se základními technickými principy, jak jsou **počítače od počátku až po současnost konstruované**.
- Poznáme **generace počítačů** až po současnosti a vyhlídku do budoucnosti.

Klíčová informace

🔑 Každý (digitální) počítač je postaven na určitém typu základního **spínacího elementu**; dnes jsou to polovodičové prvky, většinou tranzistory MOSFET.

Počítač

- Zde se věnujeme digitálním počítačům, což jsou všechny dnes běžné stroje: od velkých pro superpočítání až po mobilní telefony.
- Termín **digitální počítač** používáme pro zařízení, které provádí sekvenci výpočetních kroků nad datovými položkami s diskrétními hodnotami.
- Alternativou je **analogový počítač**, který pracuje s hodnotami, jež se v čase plynule mění.



Digitální počítače

- Digitální výpočty mají výhodu v přesnosti.
- Protože se digitální počítače staly levnými a vysoce spolehlivými, analogové výpočty byly omezeny jen na několik speciálních případů.
- Dobudoucna se musí počítat s nástupem počítačů *kvantových*, což bude opět jiný fyzikální princip.

Historie počítačů

- Počítač je stroj na automatické zpracování dat podle předem připraveného programu.
- Období vzniku: 30. léta 20. století (Konrad Zuse, Německo)
- Další vývoj: USA 40. léta 20. století, významný vliv matematika Johna von Neumanna – mnohé jeho principy platné dodnes

Letem světem historií počítačů:

- History of Computers – How were Computers Invented Historie počítačů od počátků, Zuse, von Neumann, ENIAC.
- History of Computers from 1930

Technický princip

- Každý (digitální) počítač je postaven na určitém typu základního **spínacího elementu**.
- Historicky se jednalo o:
  - *Elektromagnetická relé*
  - *Elektronky*
  - *Tranzistory*
  - **Integrované obvody** ("čipy", obsahují tranzistory, diody, rezistory…)

Generace počítačů podle spínacího prvku

Nultá generace (30. léta – 40. léta)	Hlavní prvek: **Relé**
První generace (40. léta – 50. léta)	Hlavní prvek: **Elektronky**
Druhá generace (50. léta – 60. léta)	Hlavní prvek: **Tranzistory (BJT)**
Třetí generace (60. léta – 70. léta)	Hlavní prvek: **Integrované obvody (IC)**
Čtvrtá generace (70. léta – současnost)	Hlavní prvek: **Mikroprocesory (VLSI – MOSFET)**

Vývoj: **Relé → Elektronka → Tranzistor → Integrovaný obvod / Mikroprocesor**

0. generace (30. léta – 40. léta)

- Hlavní prvek: **Relé**
- První *programovatelné* stroje
- Nízká rychlost, vysoká poruchovost, experimentální charakter

Reléový počítač Z3

- Z3 byl první funkční programovatelný počítací stroj.
- **2600 relé**, z toho 2000 relé pro paměť a 600 relé pro aritmetickou jednotku
- V paměti mohlo být 64 slov dlouhých 22 bitů.
- Frekvenci hodinového signálu měl **5,3 Hz** a délku slova **22 bitů**
- Rychlost sčítání 0,8 s a rychlost násobení 3 s
- Jeho spotřeba byla *4000 wattů a vážil 1000 kg*.
- Výpočty počítač prováděl v binární soustavě a pracoval s čísly s plovoucí desetinnou čárkou.
- Z3 četl programy z děrovaného filmu.
- Byl používán k výpočtu vibrací křídel v DVL (německy Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt).
- Zničen při náletu na Berlín v roce 1943.

Reléový počítač Z3 (2)

Reléové počítače?

Jako hobby projekty dodnes... nebo právě dnes!

- MERCIA Relay Computer
- "High Perfomance" Relay Computer - A 16 bit relay CPU
  - Odmocnina za 7 minut: Relé umí krásně počítat a cvakají u toho
  - Jak budovat logické obvody s relé

1. generace (40. léta – 50. léta)

- Hlavní prvek: **Elektronky**
- Příklady: ENIAC, UNIVAC
- Velké, energeticky náročné, časté poruchy

Elektronka (vacuum tube)

- Baňka (obvykle skleněná, evt. kovová), z níž je vyčerpaný vzduch.
- Vakuum umožní, že ze záporné elektrody (=katody) zahřáté pomocí wolframového vlákna (jako v klasické žárovce) se emitují elektrony.
- Elektrony dopadají na kladně nabitou anodu a *elektronkou teče proud*.
- S tímto principem pracuje vakuová dioda, používaná jako usměrňovač → elektrony tečou jen od katody k anodě, ne naopak.

Why The First Computers Were Made Out Of Light Bulbs

Řízení proudu v elektronce

- *Intenzita proudu může být řízena* dodatečnými elektrodami — *mřížkami*
- Záporně nabitá mřížka elektrony odpuzuje a tedy brzdí.
- Elektronka může sloužit jako:

usměrňovač

dioda — není třeba mřížka; elektrony tečou vakuem mezi katodou a anodou samy

zesilovač

malá změna mřížkového napětí způsobí změnu anodového proudu (obvykle **trioda**, **pentoda**)

spínač

záporné mřížkové napětí zastaví anodový proud

What do vacuum tubes (valves) do?

2. generace (50. léta – 60. léta)

- Hlavní prvek: polovodiče, konkrétně **Tranzistory (BJT)**
- Menší, spolehlivější, nižší spotřeba
- Vznik prvních komerčních počítačů

Polovodiče

- Základem těchto počítačů (ale i dnešních) jsou elektronické prvky založené na schopnosti určitých látek *vést proud jen za jistých okolností* (jen jedním směrem, za přítomnosti elektrického pole, světla…)
- Takovým látkám říkáme **polovodiče**.
- **Polovodičové spínací prvky** (zejména **tranzistory** různých provedení) jsou fundamentem současné elektroniky a počítačové techniky: od rádií přes senzory, paměti až k výkonným CPU.

Vodivost různých látek

Kovy

Proud vedou volné elektrony.

Izolanty

Proud téměř nevedou kvůli nedostatku volných elektronů.

Polovodiče

- Vedení proudu závisí na obohacení (dopingu) a vnějších podmínkách, jako je *teplota*, *osvětlení* či *elektrické pole*, které mění počet volných nosičů.
- Mohou se tak chovat buď jako vodiče, nebo jako izolanty.

Historie polovodičových prvků

Dioda (1920s–1930s)

- první polovodičové součástky (usměrňovače)
- umožnila nahradit elektronky (tedy vakuové diody) zejména v usměrňovačích v napájecích zdrojích

Bipolární tranzistor – BJT (1947)

- objev na Bell Labs (Brattain, Bardeen, Shockley)
- revoluce v zesílení signálů a spínání
- základ pro první integrované obvody

MOSFET (1960s)

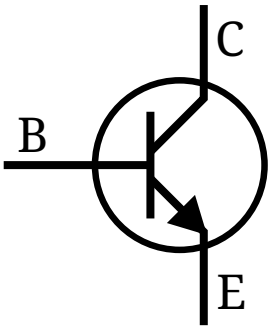
- Metal–Oxide–Semiconductor Field-Effect Transistor

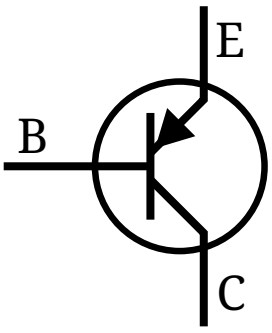
- velmi nízká spotřeba, snadná miniaturizace
- umožnil vznik mikroprocesorů a dnešní digitální elektroniky

 Vývoj: od jednoduché diodové funkce, přes univerzální zesílení BJT, až k masové integraci díky MOSFETům.

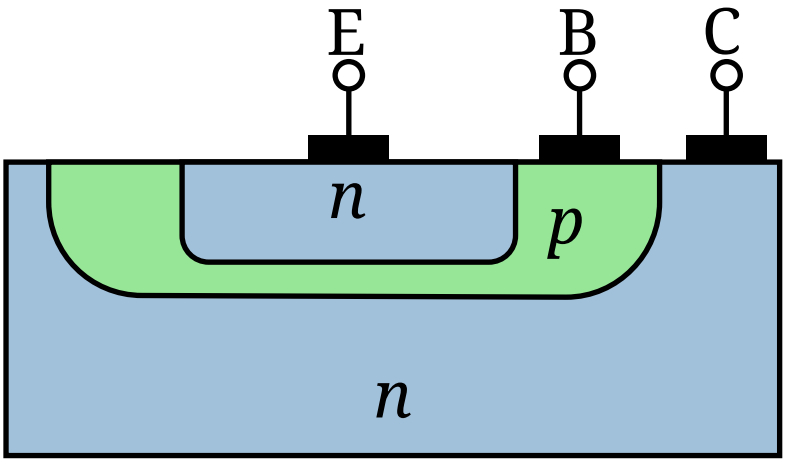
Bipolární (BJT) tranzistory

- **Bipolární tranzistor** (Bipolar Junction Transistor)
- Prvek se třemi elektrodami (vývody):
- **emitor** (= zdroj nosičů náboje)
- **báze** (řidící elektroda - proud mezi bází a emitorem řídí mnohem vyšší proud mezi E a C)
- **kolektor** (sběrač nosičů náboje)
- Vyrábí se v polaritách NPN a PNP dle vodivosti jednotlivých elektrod.

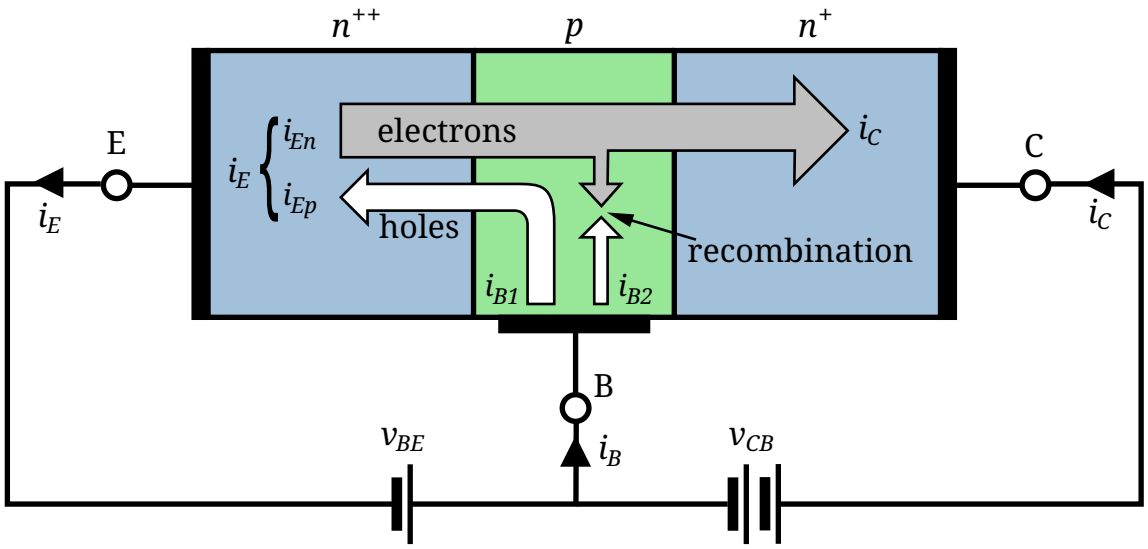




Technické provedení BJT



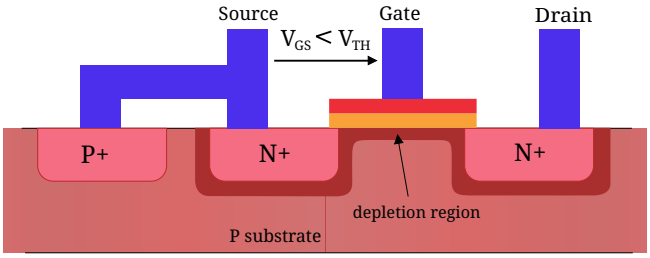
Tranzistor NPN v otevřeném (vodivém) stavu

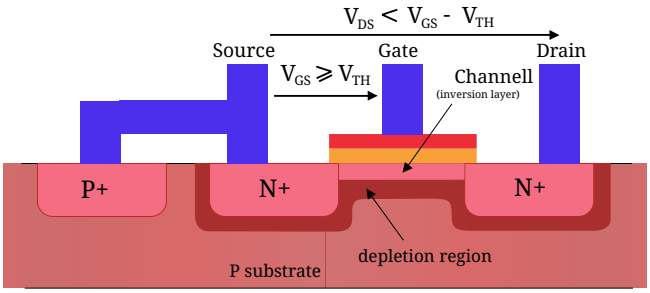


MOSFET

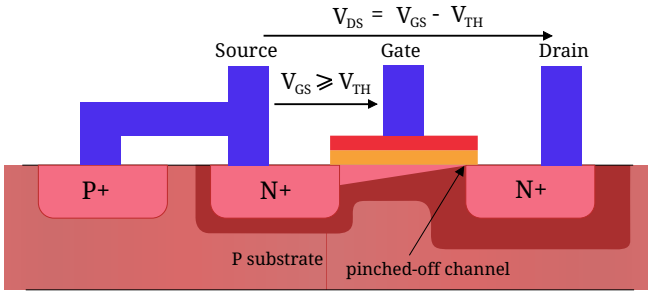
- **MOSFET** (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistors)
- Proud v kanálu je veden jen jedním typem nosičů (elektrony v N-kanálových, díry v P-kanálových).
- Mají velmi vysoký vstupní odpor (prakticky žádný vstupní proud přes G).
- Rychlé spínání a nízké ztráty.
- Skvělé pro digitální obvody, spínané zdroje, procesory, paměti.
- MOSFET Transistor Basics & Working Principle

MOSFET funkčně

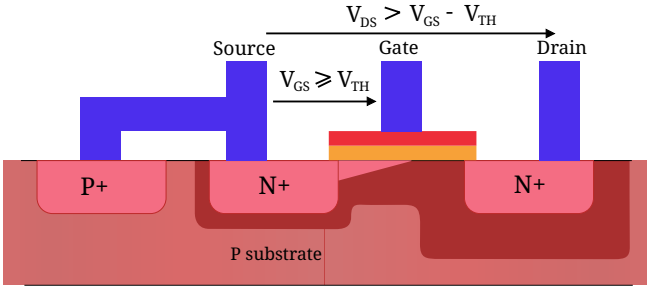




Linear operating region (ohmic mode)



Saturation mode at point of pinch-off



Saturation mode

Typické tranzistorové počítače (2. generace)

- **50. léta – 60. léta**
- **Tranzistory (BJT)** místo elektronek
- menší rozměry
- nižší spotřeba
- vyšší spolehlivost

Typické příklady:

- IBM 1401 (1959) – komerční úspěch, využití v byznysu
- IBM 7090 – vědecké výpočty, nástupce IBM 709 (elektronkový)
- CDC 1604 (Control Data Corporation) – jeden z prvních tranzistorových superpočítačů

Význam 2. generace

- otevřely cestu k širšímu nasazení počítačů
- začátek éry komerčního využití výpočetní techniky
- tj. mimo military/government

3. generace (60. léta – 70. léta)

- Hlavní prvek: **Integrované obvody (Integrated Circuits)**
- Růst výkonu, miniaturizace, více tranzistorů na čipu
- Masová výroba a rozšíření počítačů



V té době postupně vznikala známá řada kombinačních a sekvenčních logických obvodů 74xxx. Dnes se v nových konstrukcích nepoužívají tak masově, ale i tak jsou důležité jako reference.

Typické počítače 3. generace

Výhody:

- další miniaturizace a zlevnění
- vyšší spolehlivost oproti tranzistorům
- možnost multitaskingu a vyšších programovacích jazyků

Typické příklady:

- **IBM System/360** (1964) – univerzální architektura, kompatibilita napříč modely
- DEC PDP-8 a PDP-11 – **minipočítače**, dostupné menším firmám a univerzitám
- Honeywell 6000 Series – konkurenční řada k IBM, používaná v průmyslu

Význam 3. generace

- rozšíření počítačů do univerzit a firem
- standardizace architektur (System/360 ovlivnil další generace)
- příprava půdy pro vznik osobních počítačů

4. generace (70. léta – současnost)

- Hlavní prvek: **Mikroprocesory (VLSI – MOSFET)**
- Milióny až miliardy tranzistorů na čipu
- Osobní počítače, mobilní zařízení, internet

Typické počítače 4. generace

Výhody:

- integrace milionů až miliard tranzistorů na jediný čip
- masová výroba → nízká cena a dostupnost
- vysoký výkon, malá spotřeba a mobilita

Typické příklady:

- **Intel 4004** (1971) – první komerční mikroprocesor
- IBM PC (1981) – začátek éry osobních počítačů
- Apple Macintosh (1984) – grafické rozhraní pro běžné uživatele
- moderní procesory (Intel Core, AMD Ryzen, ARM, Apple Silicon)

Význam 4. generace

- rozšíření všude do komerce, veřejné správy i domů (i do kapsy)
- použití na práci i zábavu (první hry)
- v 70.-80. letech éra 8bitových mikropočítačů
- legendy: Commodore C64, ZX Spectrum, Atari 800XL, …
- anebo Apple Macintosh 👉

Současnost a budoucnost

- počítače pro širokou veřejnost (PC, notebooky, smartphony)
- základy digitální společnosti a internetu
- vývoj směrem k **paralelismu**, **GPU** a specializovaným čipům (AI, ML)
- úplně nové technologie (**kvantové**)

Na další kapitolu: Teorie architektur počítačů

HTML · Slides · PDF | Přehled předmětu